

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD TÉCNICA
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



Nivel Licenciatura
EXAMEN DE GRADO
Trabajo de Aplicación

**“Parámetros de control y características del suministro
ininterrumpido de energía eléctrica”**

Postulante: Cárolain Estrada Guzmán

La Paz - Bolivia

2011

DEDICATORIA

*A mis padres Julio y Delia, por el apoyo
incondicional, motivados por un sólo ideal, mi
bendición y bienestar.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien me dio la vida y en su infinita sabiduría me permitió cumplir una de mis metas.

A mis hermanos Noemí y Elías, a mi sobrinita Luciana, por el apoyo constante.

A la Facultad Técnica-UMSA y a mis docentes, por la experiencia y el conocimiento impartido.

A mis amigos y compañeros, por compartir parte de sus vidas en el proceso de aprendizaje.

A quien no se conformó con sólo hacer su trabajo, sino que dio más de sí para contribuir a mi superación personal.

ÍNDICE

RESUMEN	1
CAPÍTULO I	2
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.1. Delimitación	2
1.1.2. Viabilidad	2
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.1. Objetivos específicos	3
CAPÍTULO II	4
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	4
2.1. FUENTES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA	4
2.2. REDES ELÉCTRICAS	4
2.2.1. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	4
2.3. SISTEMAS DE EMERGENCIA DE COMBUSTION INTERNA	6
2.4. GRUPO ELECTRÓGENO	8
2.4.1. COMPONENTES DE UN GRUPO ELECTRÓGENO	10
2.4.2. CÓMO DIMENSIONAR UN GRUPO ELECTRÓGENO	13
2.4.3. ARRANQUE MANUAL O AUTOMÁTICO	20
2.4.4. GRUPOS ELECTRÓGENOS EN PARALELO	21
2.4.5. SINCRONIZACIÓN DE GENERADORES	22
2.4.6. SINCRONIZACIÓN RÁPIDA DE GENERADORES	24
2.5. FUENTE DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA	26
2.5.1. POTENCIA	26
2.5.2. TIPOS	25
CAPÍTULO III	28
3. IMPLEMENTO DE PLC'S COMO ALTERNATIVA DE CONTROL DEL SUMINISTRO ININTERRUMPIDO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	28
3.1.1. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)	28

3.1.2.	ESTRUCTURA DEL PLC	29
3.1.3.	CLASIFICACIÓN POR LA CANTIDAD DE ENTRADAS Y SALIDAS	31
3.1.4.	LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	31
3.1.5.	SELECCIÓN DEL PLC	32
3.1.6.	REQUERIMIENTOS PARA LA SELECCIÓN DE UN PLC	33
3.1.7.	RELÉ O CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	34
3.1.8.	PROGRAMACIÓN DEL RELÉ LÓGICO PROGRAMABLE	36
3.1.9.	FACTORES QUE SE DEBE CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL	38
3.1.10.	LÓGICA DE CONTROL	38
3.1.11.	PARAMETROS ADICIONALES DE CONTROL	40
CAPÍTULO IV		
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
4.1.	CONCLUSIONES	43
4.2.	RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama esquematizado del sistema de eléctrico	5
Figura 2.	Diagrama de Bloques de un Grupo de Emergencia	6
Figura 3.	Grupo Electrónico Diésel	7
Figura 4.	Grupo electrógeno	8
Figura 5.	SAI independiente a dos vistas	25
Figura 6.	Arquitectura del Controlador Lógico Programable	29
Figura 7.	Ciclo de trabajo del PLC	29
Figura 8.	Controlador lógico Siemens LOGO 12-24 RC	34
Figura 9.	PLC Siemens 214	34
Figura 10.	Relé lógico programable LOGO	35
Figura 11.	Módulo de ampliación del LOGO	35
Figura 12.	Ventana de interfaz de software para PLC	37
Figura 13.	Ventanas que nos presenta el Software STEP 7	37
Figura 14.	Control y monitoreo del suministro de energía eléctrica	42

RESUMEN

Debido a la gran demanda que tiene el servicio de suministro público de energía eléctrica en diversos sectores como, aeropuertos, hospitales, centros de cómputo, industrias, centros educativos, centros comerciales, edificios y residencias, en ocasiones ocurre que no se proporciona la asistencia esperada.

Esto ha obligado a que se disponga del uso de sistemas que suplen este déficit; a estos sistemas se los conoce como grupos electrógenos o de emergencia y para que este sistema pueda entrar en funcionamiento se necesita de un procedimiento de transferencia entre la red principal (Empresa Eléctrica) y la energía de auxilio (Grupo Eléctrico), este puede ser manual o automático, siendo este último el más utilizado ya que permite el cambio de fuente generadora en el menor tiempo posible a la vez que suprime la presencia de un operador para el manejo de dicho proceso.

El objetivo de esta investigación es dar a conocer los diferentes parámetros y características que se deben tomar en cuenta al momento de la implementación de sistemas que controlen el abastecimiento continuo de energía eléctrica a los diversos equipos eléctricos y electrónicos de cualquier recinto.

Se menciona el funcionamiento de un grupo eléctrico, cuando se suspende total o parcialmente la energía suministrada por la empresa pública, de modo que se obtengan beneficios y ventajas en aspectos de espacio, seguridad, confiabilidad.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué parámetros se deben tomar en cuenta para el monitoreo y control del suministro ininterrumpido de energía eléctrica?

¿Qué beneficios y desventajas existen al controlar el suministro ininterrumpido de energía eléctrica?

1.1.1. Delimitación

Las posibles delimitaciones radican en la demora de la implementación del sistema de monitoreo y control del suministro de energía eléctrica que se haya escogido debido a la complejidad del mismo y al costo, además de que los operadores de dicho sistema deben adquirir distintos hábitos de cuidado, precaución y mantenimiento al manipular equipos, maquinaria y demás elementos que se controlen con el mismo.

1.1.2. Viabilidad

Estos sistemas son aplicables ya que lo expuesto en este trabajo investigativo comprende aspectos avanzados de las diferentes áreas durante el periodo de aprendizaje en la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, abarcando al área digital, telecomunicaciones e industrial.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto pretende orientar en el proceso de implementación de sistemas de monitoreo y control del suministro de energía eléctrica, proporcionando las características a tomar en cuenta sobre la interfaz entre el usuario y el módulo de control, el grupo electrógeno y demás elementos a

implementarse, buscando así, ahorro en costos tanto en Hardware, Software, espacio y energía.

1.3. OBJETIVO GENERAL

Dar a conocer las diversas características a tomar en cuenta y las opciones de sistemas de monitoreo y control del suministro ininterrumpido de energía eléctrica mediante la implementación de tecnología de sistemas embebidos a través de microprocesadores como dispositivo de control o mediante el uso de PLC's, los mismos que interactúan entre sí para proporcionar una interfaz entre el usuario y el suministro de energía eléctrica.

1.3.1. Objetivos específicos

Exponer alternativas para la implementación de tecnología de sistemas que proporcionan una interfaz al usuario, de fácil acceso al recurso para su control.

Considerar los niveles del voltaje de alimentación de las entradas del suministro de energía eléctrica proporcionada por la red pública, que el módulo de control y monitoreo debe censar para pasar a ejecutar la conmutación automática entre las fases de acometidas de energía eléctrica y un generador.

Analizar la conmutación entre fases de acometidas de energía eléctrica para proporcionar la alimentación de energía a un UPS o a las baterías que alimentan a un grupo electrógeno, para evitar que la batería de respaldo se descargue por completo, y de esta manera, se disponga de un suministro continuo de energía a los equipos eléctricos y electrónicos del recinto que se desee.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. FUENTES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Dependiendo de la fuente primaria de energía utilizada, las centrales generadoras, se clasifican en: Térmicas, Hidroeléctricas, Nucleares, Eólicas, Solares termoeléctricas, Solares fotovoltaicas, Mareomotrices. La mayor parte de la energía eléctrica generada proviene de los tres primeros tipos.

Todas estas centrales, excepto las fotovoltaicas, tienen en común el elemento generador en sí, un alternador movido mediante una turbina, que será distinta dependiendo del tipo de energía primaria utilizada. En las centrales fotovoltaicas la corriente obtenida es continua y para su utilización es necesaria su conversión en alterna, mediante el empleo de dispositivos denominados inversores u onduladores.

2.2. REDES ELÉCTRICAS

2.2.1. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Un sistema de distribución de energía eléctrica es una parte del sistema eléctrico que está comprendido entre las líneas de alta tensión de la subestación hasta los puntos de suministro de energía de los consumidores (medidor del cliente).

Es un conjunto de elementos como, aisladores, conductores, postería, estructuras de soporte y equipos que permiten energizar en forma segura y confiable para operar sistemas eléctricos y electrónicos en condiciones normales y emergentes.

Tienen como función suministrar a los abonados la energía eléctrica producida

por las plantas generadoras y transferidas por el sistema de transmisión hasta las subestaciones de distribución.

En la figura 2.1. se observa un sistema de distribución típico:

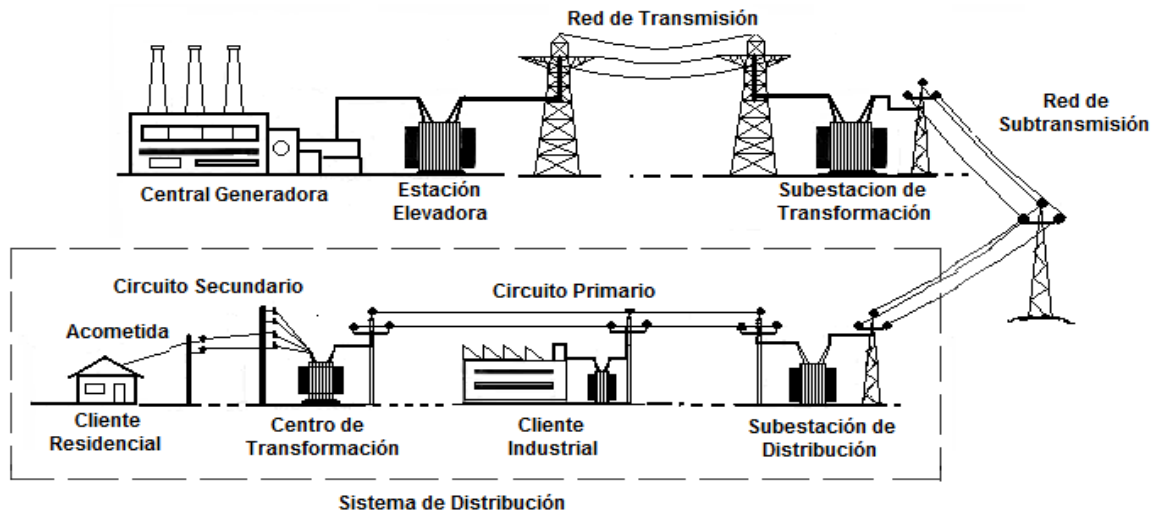


Figura 2.1. Diagrama esquematizado del sistema de eléctrico. (Fuente: internet)

Subestaciones de distribución

Las subestaciones están formadas por un conjunto de dispositivos que nos permiten cambiar las características de la energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc.), conservándose dentro de determinados parámetros.

Permiten dos tareas principales: transformación, para reducir el voltaje para la utilización en la red primaria e interconectar con otras partes del sistema.

La subestación incluye la recepción de las líneas de transmisión y subtransmisión, el transformador de reducción a media tensión, la salida de las líneas primarias y los equipos asociados de protección, control y seccionamiento.

Circuito primario

Es el encargado de conducir la energía desde la subestación a las distintas zonas que utilizan electricidad. Está constituida por alimentadores que, tomando diferentes posiciones, llegan a los transformadores de distribución localizados un sus recorridos.

Circuito secundario

Son las líneas encargadas de transportar la energía eléctrica suministrada normalmente en baja tensión, comprendida entre el centro de transformación y las acometidas de los abonados.

2.3. SISTEMAS DE EMERGENCIA DE COMBUSTION INTERNA

Un sistema de Emergencia consta de tres partes fundamentales como indica en el diagrama de bloques de la Figura 2.2, estos son:

- A) Motor de Combustión (Energía Mecánica)
- B) Alternador (Energía Eléctrica)
- C) Control de Grupo Electrónico

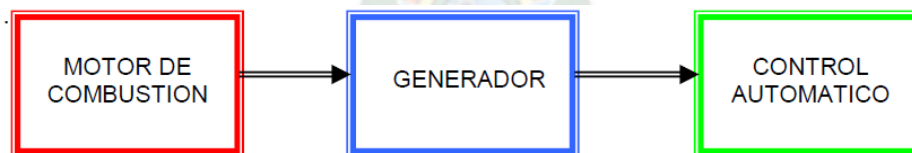


Fig. 2.2. Diagrama de Bloques de un Grupo de Emergencia (Fuente: Internet)

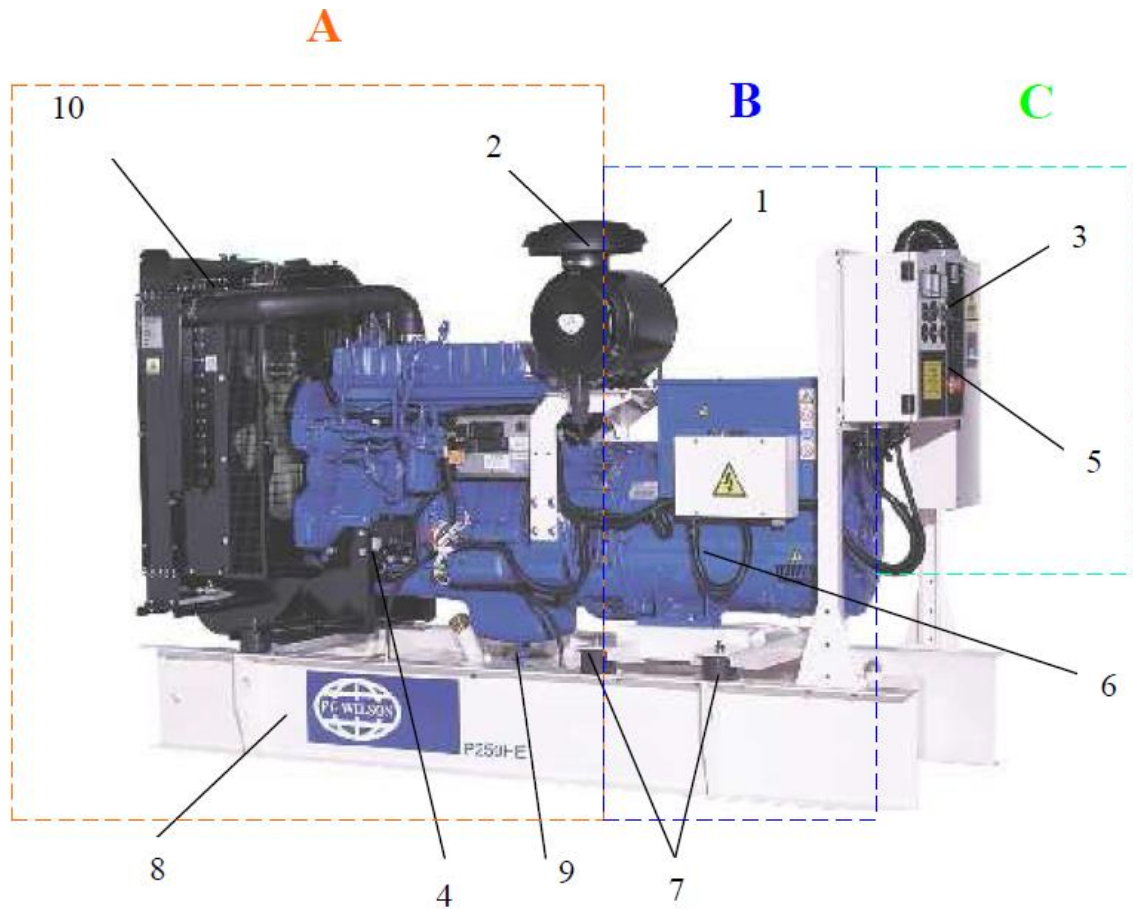


Fig. 2.3. Grupo Electrógeno Diésel (Fuente: Internet)

MOTOR DE COMBUSTION (A)

- 1. Filtro del aire
- 2. Tubo de escape
- 4. Alternador de carga del motor
- 9. Batería
- 10. Radiador
- 11. Depósito de Combustible (Exterior)

GENERADOR (B)

- 3. Sistemas de control
- 5. tarjeta electrónica de control para la velocidad del motor

CONTROL (C)

6. Generador

7. Tacos antivibrantes

8. Soporte de gran resistencia

2.4. GRUPO ELECTRÓGENO



Fig. 2.4. Grupo eléctrico (Fuente: Internet)

A continuación se presenta un cuadro donde se menciona las características de un grupo eléctrico en particular.

Potencia máxima en servicio de emergencia por fallo de red	740 kva, 530 kw
Potencia en servicio principal	670 kva, 536 kw
Intensidad en servicio de emergencia por fallo de red	1054 A
Tensión	400 v
Precisión de la tensión de régimen	± 1%
Margen de ajuste de la tensión	± 5%
Factor de potencia	De 0,8 a 1
Velocidad de giro	1500 rpm
Frecuencia	50 hz
Variación de la frecuencia en régimen permanente	± 0,5%
Potencia de la resistencia calefactora de agua	2000 w

El grupo electrógeno es un equipo formado por un generador eléctrico accionado por un motor térmico (gas, gasolina, o diesel) acoplado en el mismo eje y con los correspondientes dispositivos de control y comando, el motor es el encargado de accionar el rotor del generador para crear una corriente alterna y de este modo producir electricidad.

La transferencia de energía eléctrica del grupo electrógeno o de la red normal es un paso en el cual se compensan la falta o falla de electricidad, ya que el suministro de la misma es muy esencial, por tanto, sin importar de qué tipo de sistema de emergencia se trate, se debe establecer una automatización para dicha transmisión.

Para realizar esta operación es necesario asociar módulos controladores los cuales tendrán como función el adquirir los diferentes parámetros eléctricos de las fuentes, tales como información del valor de voltaje, valor de intensidad de corriente, etc., preciso para mantener informado al sistema de transferencia, posibilitando así comparar los datos obtenidos con los datos referenciales, siendo esto útil para la toma de una resolución, la cual está relacionada con el ciclo de transferencia o re-transferencia de la energía eléctrica a la carga.

Al estar automatizado el grupo de emergencia, lo que se ahorra es tiempo de producción debido a que si no fuese automático se debería recorrer hasta la sala del grupo electrógeno y su transferencia, para realizar la transferencia manualmente, lo que hace que se demore más tiempo, el mismo que repercute en la producción general de una empresa determinada.

La lógica de funcionamiento del tablero de control está dada por una unidad de tipo inteligente, la cual, para su funcionamiento, previamente debe ser programada para trabajar en forma automática, la misma que con la ayuda de otros elementos eléctricos y electromecánicos, da el mando para el encendido de un generador del cual las cargas se alimentan para seguir trabajando con normalidad. Por este motivo es de suma importancia realizar una descripción del llamado generador.

Los grupos electrógenos son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico en zonas apartadas con pocas infraestructuras y muy poco habitadas. Otro caso sería en locales de pública concurrencia, hospitales, fábricas, etc. Que, a falta de energía eléctrica de red, necesiten de otra fuente de energía alterna para abastecerse. Así mismo, la legislación de los diferentes países puede obligar a instalar un grupo electrógeno en lugares en los que haya grandes densidades de personas (centros comerciales, restaurantes, cárceles, edificios administrativos, etc.).

2.4.1. COMPONENTES DE UN GRUPO ELECTRÓGENO

Un grupo electrógeno consta de las siguientes partes:

- *Motor.* El motor representa la fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Existen dos tipos: motores de gasolina y de gasoil (diésel). Generalmente los motores diésel son los más utilizados en los grupos electrógenos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.

- *Regulación del motor.* El regulador del motor es un dispositivo mecánico diseñado para mantener la velocidad constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida.
- *Sistema eléctrico del motor.* El sistema eléctrico del motor es de 12 V o 24 V, negativo a masa. El sistema incluye un motor de arranque eléctrico, una/s batería/s y, los sensores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor. Normalmente, un motor dispone de un manocontacto de presión de aceite, un termocontacto de temperatura y un contacto en el alternador de carga del motor para detectar un fallo de carga en la batería.
- *Sistema de refrigeración.* Este sistema puede ser por medio de agua, aceite o aire. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. El sistema de refrigeración por agua o aceite consta de un radiador y un ventilador interior para enfriar sus propios componentes.
- *Alternador.* La energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador apantallado protegido contra salpicaduras, autoexcitado, autorregulado y sin escobillas, acoplado con precisión al motor, aunque también se pueden acoplar alternadores con escobillas para aquellos grupos cuyo funcionamiento vaya a ser limitado y, en ninguna circunstancia, forzado a regímenes mayores.
- *Depósito de combustible y bancada.* El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia. La bancada incluye un depósito de combustible con una capacidad mínima de ocho horas de funcionamiento a plena carga.
- *Aislamiento de la vibración.* El grupo electrógeno está dotado de tacos antivibrantes diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el grupo motor-alternador. Estos aisladores están colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada.

- *Silenciador y sistema de escape.* El silenciador va instalado al motor para reducir la emisión de ruido.
- *Sistema de control.* Se puede instalar uno de los diferentes tipos de paneles y sistemas para controlar el funcionamiento y salida del grupo electrógeno y para protegerlo contra posibles fallos en el funcionamiento.
- *Interruptor automático de salida.* Para proteger al alternador se suministra un interruptor automático de salida adecuado para el modelo y régimen de salida del grupo electrógeno con control manual. Para grupos electrógenos con control automático se protege el alternador mediante contactores para el modelo adecuado y régimen de salida.
- *Bomba de trasiego.* Cuando el grupo se encuentra en un lugar muy apartado del operario y funciona las 24 horas del día es necesario instalar un mecanismo para restablecer el combustible gastado. Es un motor eléctrico de 220 VCA en el que va acoplado una bomba que es la encargada de suministrar el combustible al depósito y una boya indicadora de nivel máximo y nivel mínimo, cuando se detecta un nivel muy bajo de combustible en el depósito, se activa la bomba de trasiego.
- *Otros accesorios instalables en un grupo electrógeno.* Existen otros dispositivos que nos ayudan a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del mismo. Para la regulación automática de la velocidad del motor se emplean una tarjeta electrónica de control, para la señal de entrada "pick-up" y salida del "actuador". El pick-up es un dispositivo magnético que se instala justo en el engranaje situado en el motor, y éste, a su vez, está acoplado al engranaje del motor de arranque. El pick-up detecta la velocidad del motor, produce una salida de voltaje debido al movimiento del engranaje que se mueve a través del campo magnético de la punta del pick-up, por lo tanto, debe haber una correcta distancia entre la punta del pick-up y el engranaje del motor. El actuador sirve para controlar la velocidad del motor en condiciones de carga. Cuando la carga es muy elevada la velocidad del motor aumenta para proporcionar la potencia requerida y, cuando la carga es baja, la velocidad disminuye, es decir, el fundamento del actuador es controlar de

forma automática el régimen de velocidad del motor sin aceleraciones bruscas, generando la potencia del motor de forma continua. Normalmente el actuador se acopla al dispositivo de entrada del fuel-oil del motor. Cuando las condiciones de frío en el ambiente son intensas, se dispone de un dispositivo calefactor denominado resistencia de precaldeo que ayuda al arranque del motor. Los grupos electrógenos refrigerados por aire suelen emplear un radiador eléctrico, el cual se pone debajo del motor, de tal manera que mantiene el aceite a una cierta temperatura. En los motores refrigerados por agua la resistencia de precaldeo, va acoplada al circuito de refrigeración, esta resistencia se alimenta de 220 Vca y calienta el agua de refrigeración para calentar el motor. Esta resistencia dispone de un termostato ajustable; en él seleccionamos la temperatura adecuada para que el grupo arranque en breves segundos.

2.4.2. CÓMO DIMENSIONAR UN GRUPO ELECTRÓGENO

La correcta selección del tamaño del grupo electrógeno requiere del análisis de parámetros y cargas. Aunque la mayoría de los ejercicios de dimensionamiento se realizan mejor con programas de dimensionamiento o con la ayuda de un representante del fabricante, aún así es importante comprender los factores que afectan el funcionamiento de un grupo electrógeno para tener confianza en que el equipo es correcto para su aplicación.

El primer paso en el dimensionamiento y la selección de un generador consiste en establecer los parámetros de la implementación.

- **Carga/capacidad mínima del grupo electrógeno:** Operar un grupo electrógeno con una carga ligera puede causar daños al motor, lo que reduce su fiabilidad. No se recomienda operar grupos electrógenos a menos del 30 por ciento de su carga clasificada. Los bancos de carga deben suplementar las cargas regulares cuando las cargas caen por debajo del valor recomendado.

• **Máxima caída de voltaje de medida permisible:** (arranque y operación): A medida que reduce la máxima caída de voltaje de medida permisible durante el arranque inicial, cuando las cargas hacen su ciclo en controles automáticos o cuando las cargas más altas están funcionando, necesita incrementar el tamaño del grupo electrógeno especificado. Elegir una caída de voltaje permisible más baja requiere un grupo electrógeno más grande.

• **Máxima caída de frecuencia de medida permisible:** A medida que reduce la máxima caída de frecuencia permisible, incrementa el tamaño del grupo electrógeno que necesita.

• **Altitud y temperatura:** Basándose en la ubicación del sitio, el tamaño del grupo electrógeno debe incrementarse para un nivel de desempeño estipulado a medida que la altitud y la temperatura ambiental se incrementan.

• **Ciclo de servicio:** El tamaño del grupo electrógeno también se ve influenciado por su aplicación, energía Standby, energía primaria o servicio público paralelo. Los sistemas de energía Standby por lo general no tienen capacidad de sobrecarga. Los sistemas de energía primaria por lo general tienen un mínimo de 10 por ciento de capacidad de sobrecarga. Los grupos electrógenos diseñados para operar en horarios prolongados con una carga constante y sostenida, no deben operarse en exceso de la capacidad nominal continua.

• **Combustible:** La preferencia de gas o diesel afectará la elección del grupo electrógeno. Los grupos electrógenos que funcionan con gas deben tener tamaños más grandes de lo necesario debido a la disminución de capacidad. Los sistemas de emergencia, por lo general, deben abastecerse con combustible que se almacene localmente.

• **Fase:** La selección trifásica permite cargas monofásicas pero se asume que las cargas monofásicas se equilibrarán en las tres fases.

- **Frecuencia:** 50 Hz o 60 Hz.
- **Voltaje:** Las opciones de voltaje, son una función de la frecuencia elegida.

Cargas

El paso siguiente y el más importante en el dimensionamiento de un grupo electrógeno es identificar todos los tipos y tamaños de cargas a los que el grupo electrógeno dará energía. Cuando no hay presentes cargas no-lineales, quizás sea necesario elegir un alternador más grande de lo necesario.

- **Factor de potencia (PF):** Las inductancias y capacitancias en los circuitos de carga CA ocasionan que el punto donde la onda de corriente sinusoidal atraviesa el cero se adelante o atrase con respecto al punto donde la onda del voltaje atraviesa el cero. Cargas de capacitancia, motores sincrónicos sobreexcitados, etc., provocan el factor de potencia capacitivo, donde la corriente se adelanta con respecto al voltaje. El factor de potencia inductivo, donde la corriente se atrasa con respecto al voltaje, es generalmente la situación y es un resultado de la inductancia del circuito. El factor de potencia es la relación de kW a kVA y se expresa como una cifra decimal (0.8) o como un porcentaje (80%). Los grupos electrógenos trifásicos están clasificados para cargas de factor energético 0.8 FP y los grupos electrógenos monofásicos para cargas 1.0 FP. Los factores de potencia inferiores requieren alternadores o grupos electrógenos más grandes para soportar la carga correctamente. Se debe ser precavido siempre que se apliquen grupos electrógenos a cargas con factor de potencia capacitiva. Carga con un factor de potencia ligeramente capacitivo puede ocasionar que los grupos electrógenos pierdan el control del voltaje.

- **Cargas monofásicas y desequilibrio de carga:** Las cargas monofásicas deben distribuirse tan equitativamente como sea posible entre las tres fases de un grupo

electrógeno trifásico, para utilizar la capacidad del grupo electrógeno por completo y limitar el desequilibrio.

- **Cargas pico:** Son causadas por cargas que se encienden y apagan en ciclos, como por ejemplo en equipos para soldadura, equipos de imágenes de uso médico o motores. Considerar las cargas cíclicas puede incrementar significativamente el tamaño del grupo electrógeno recomendado a pesar de los grandes esfuerzos para colocar las cargas en una secuencia de arranque medida.

- **Cargas de motor:** Calcular las cargas específicas de motores es algo que se hace mejor con programas de software para el dimensionamiento que convertirán los tipos de motores en requerimientos de carga para el arranque y la operación. Sin embargo, es suficiente caracterizar en grandes rasgos las cargas como cargas de alta inercia o baja inercia a fin de determinar la potencia del motor necesaria para las cargas de arranque y aceleración del motor.

- **Las cargas de baja inercia** incluyen ventiladores y ventiladores centrífugos, compresores giratorios y bombas giratorias y centrífugas.

- **Las cargas de alta inercia** incluyen elevadores, bombas de cilindros únicos o múltiples, compresores de cilindros únicos o múltiples, trituradoras para rocas y bandas transportadoras.

- **Motores de más de 50 HP:** Un motor grande que arranca inicialmente con un grupo electrógeno representa una carga de baja impedancia mientras esté en una condición de rotor fijo o detenido. El resultado es una alta corriente de inserción, por lo general, seis veces la corriente nominal del motor (operación). Esta alta corriente de inserción ocasiona la caída de voltaje en el generador que puede afectar otros sistemas. La manera en que el voltaje del generador se recupera de esta caída es una función de los tamaños relativos del generador, el motor, la potencia del motor (capacidad en kW) y la capacidad de fuerza de excitación del

generador. Dependiendo de la severidad de la carga, el generador debe tener un tamaño suficiente para recuperarse al voltaje clasificado en unos cuantos segundos, si no en ciclos. Hay varios tipos de arrancadores de motores de voltaje reducido disponibles para reducir el kVA inicial de un motor en aplicaciones donde el torque reducido del motor sea aceptable. Reducir el kVA inicial del motor puede reducir la caída del voltaje, el tamaño del grupo electrógeno y brindar un arranque mecánico más suave. Sin embargo, estos métodos de arranque solamente deben aplicarse en cargas de motores de baja inercia a menos que pueda determinarse que el motor producirá un torque de aceleración adecuado durante el arranque.

- **Motores accionados por variadores de frecuencia (VFD):** Los accionamientos de frecuencia variable (o velocidad variable) se aplican a cargas no lineales, que se emplean para controlar la velocidad de motores de inducción, inducir distorsión en el voltaje de salida del generador. Se requieren alternadores más grandes para prevenir el sobrecalentamiento debido a las corrientes armónicas inducidas por el VFD y para reducir la distorsión de voltaje del sistema al disminuir la reactancia del alternador. Por ejemplo, las cargas VFD en un generador deben ser menos de aproximadamente el 50 por ciento de la capacidad del generador para limitar la distorsión armónica total a menos del 15 por ciento.

Otras cargas

- **Cargas de suministro de energía ininterrumpibles (UPS):** Un sistema UPS utiliza un rectificador controlado con silicio u otros dispositivos estáticos para convertir el voltaje CA en voltaje CC para cargar baterías de almacenamiento y son otro tipo de carga no lineal. Se requieren alternadores más grandes para prevenir el sobrecalentamiento debido a las corrientes armónicas inducidas por los rectificadores y para limitar la distorsión de voltaje del sistema al disminuir la reactancia del alternador. Problemas anteriores de incompatibilidad entre los grupos electrógenos y los dispositivos UPS estáticos crean muchos malos entendidos sobre el dimensionamiento de grupos electrógenos para este tipo de

carga. La mayoría de los fabricantes de UPS han solucionado estos problemas y, actualmente, es más rentable requerir dispositivos UPS que sean compatibles con el grupo electrógeno, que tener un generador significativamente más grande de lo necesario para el UPS. Se utiliza la clasificación total de la placa de identificación del UPS para determinar la carga, para permitir capacidad suficiente de cargar la batería fija del generador y tolerar la capacidad total de carga UPS.

- **Cargas del cargador de batería:** Un cargador de batería es una carga no lineal que requiere un alternador grande en base al número de rectificadores (pulsos), hasta 2.5 veces la carga de operación constante para tres pulsos; hasta 1.5 veces la carga de operación constante para 12 pulsos. Por lo general, estas cargas se encuentran en sistemas de telecomunicaciones.

- **Cargas de equipos para imágenes de uso médico:** Incluyen equipos para tomografías computarizadas, resonancias magnéticas y rayos X. El grupo electrógeno debe tener un tamaño que limite la caída del voltaje a 10 por ciento cuando el equipo de imágenes para uso médico se opera con todas las otras cargas en ejecución para proteger la calidad de las imágenes.

- **Cargas de iluminación:** Además de los voltajes de los focos, se deben considerar los voltajes de balastos y los factores energéticos de arranque y operación.

- **Cargas regenerativas:** Para cargas como las de elevadores, grúas y montacargas, se depende a menudo de la fuente de energía para que absorba la energía durante el frenado. Por lo general, no es un problema cuando el servicio público suministra la energía porque se puede considerar como una fuente de energía infinita con muchas cargas. Un grupo electrógeno, en comparación, es capaz de absorber mucha menos energía, especialmente sin otras cargas conectadas. Por lo general, el problema de regeneración se puede resolver asegurándose que haya otras cargas conectadas que puedan absorber la energía

regenerativa. Una carga regenerativa excesiva puede ocasionar que un grupo electrógeno acelere en exceso y se apague.

Secuencia medida de cargas

En muchas aplicaciones el grupo electrógeno tiene un tamaño suficiente para absorber todas las cargas en un paso. En algunas aplicaciones es ventajoso iniciar las cargas que causan la mayor demanda inicial primero y después el resto en pasos múltiples, la regla del “motor más grande primero”. Es posible que los códigos requieran inicios de cargas en secuencia para arrancar las cargas de emergencia y seguridad vital en menos de diez segundos, al mismo tiempo que se permiten periodos más largos a otras cargas. En general, un arranque en secuencia permite seleccionar el grupo electrógeno más pequeño con relación a la carga continua. Cuando existen cargas de motor en ciclos, será necesario darle al grupo electrógeno un tamaño suficiente para arrancar el motor más grande en ciclo al final, con todas las otras cargas conectadas.

Necesidades futuras

El último paso en el dimensionamiento se refiere a las necesidades futuras. El uso de energía no es fijo y tiende a crecer con el paso del tiempo. Por lo tanto, en el dimensionamiento de grupos electrógenos se necesita considerar la expansión del sistema. Incluso con sofisticadas soluciones de programas de software.

2.4.3. ARRANQUE MANUAL O AUTOMÁTICO

El arranque manual se produce a voluntad cuando se necesita disponer de la electricidad generada por el grupo electrógeno. Generalmente, el accionamiento de arranque se suele realizar mediante una llave de contacto o pulsador de arranque de una centralita electrónica con todas las funciones de vigilancia. Cuando se produzca un calentamiento del motor, cuando falte combustible o

cuando la presión de aceite del motor sea muy baja, la centralita lo detectará parando el motor automáticamente.

Existen centrales automáticas que funcionan tanto en modo manual o automático; detectan un fallo en la red de suministro eléctrico, obligando el arranque inmediato del grupo electrógeno. Normalmente en los grupos automáticos se instalan cajas predisuestas que contienen básicamente un relé de paro y otro de arranque, además de tener instalados en el conector todos los sensores de alarma y reloj de los que disponga el grupo electrógeno, instalado aparte, un cuadro automático en el que van instalados los accionamientos de cambio de red al grupo electrógeno.

2.4.4. GRUPOS ELECTRÓGENOS EN PARALELO

La elección de un generador eléctrico depende principalmente de la cantidad de energía de respaldo que se requiere para su aplicación específica. Muchas veces se puede requerir sólo un suministro mínimo de energía de reserva para garantizar el funcionamiento ininterrumpido de los aparatos de base o de los equipos de misión crítica, o bien, puede que tenga que ser capaz de soportar su carga completa. A veces, la capacidad de potencia de salida de las unidades de generador estándar disponibles en el mercado, puede superar con creces el requerimiento mínimo o no llega a su máxima exigencia. Esta es un área donde los generadores en paralelo pueden destacar.

Funcionamiento en paralelo de generadores eléctricos

Para configurar un sistema paralelo es apropiado utilizar generadores que sean exactamente iguales, o al menos que tengan la misma potencia nominal de salida y tono del alternador. Estos pueden ser conectados en paralelo con conmutación paralela para lograr el mayor rendimiento durante el requerimiento máximo o la salida mínima deseada.

Beneficios de los sistemas de generación de energía en paralelo

Los sistemas de energía de reserva en paralelo son más ventajosos que las unidades únicas generadoras de gran tamaño. Sin embargo, la aplicación de estos sistemas está limitada a grandes proyectos o aplicaciones de misión crítica, debido a las limitaciones de, costo elevado, espacio y alto nivel de complejidad para configurar y mantener. Con la introducción de sofisticadas tecnologías integradas de control digital, ahora es más fácil operar sistemas en paralelo y beneficiarse de las ventajas adicionales que estos sistemas pueden proporcionar.

- **Fiabilidad**

La redundancia inherente en el funcionamiento paralelo de los generadores múltiples proporciona una mayor fiabilidad que la que ofrece una sola unidad de generador eléctrico para cargas críticas. Si una unidad falla, las cargas críticas son redistribuidas entre las otras unidades en el sistema sobre una base prioritaria. En muchos entornos, las cargas críticas que requieren el más alto grado de poder de respaldo fiable, en general representan sólo una fracción de la energía total generada por el sistema. En un sistema paralelo, esto significa que los elementos más críticos tendrán la redundancia necesaria para mantener la energía, incluso si una de las unidades se apaga.

- **Capacidad de expansión del generador eléctrico**

Al dimensionar los generadores para que coincidan con los requerimientos de carga, a menudo es difícil determinar con precisión los aumentos proyectados en la carga y planear adecuadamente para requisitos adicionales anticipados. Si las proyecciones de carga son sobredimensionadas, la inversión inicial en un generador puede ser superior a la necesaria. Por otra parte, si las proyecciones de carga son insuficientes, se puede quedar sin energía de reserva confiable o se puede tener que recurrir a costosas actualizaciones de generador, e incluso la compra de otra unidad del todo.

2.4.5. SINCRONIZACIÓN DE GENERADORES

Cuando se desea acoplar en paralelo dos o más generadores de corriente alterna trifásica se tienen en cuenta factores como tensión entre bornes, frecuencia y desfaseamiento entre las tensiones de los generadores. Existen cuatro condiciones primordiales para la operación en paralelo de generadores:

Secuencia de fases

Cuando se habla de secuencia de fases se hace referencia al sentido de giro de los polos de la máquina con respecto al arrollamiento del inducido. Según esto, se pueden dar sólo dos tipos de movimiento, en sentido horario o en sentido antihorario y de acuerdo a esto se tiene una secuencia de fases negativa o positiva respectivamente. El orden de las fases debe ser el mismo para todos los generadores, sea este positivo o negativo, y puede comprobarse con la ayuda de un secuencímetro.

Igualdad de frecuencia

La frecuencia de funcionamiento es la medida eléctrica de la velocidad mecánica debido a su proporcionalidad. Para poder acoplar generadores en paralelo es necesario que este valor sea común para todos los grupos, una desigualdad entre frecuencias puede provocar corrientes circulantes entre los generadores, tiene también gran influencia en el reparto de carga, durante este proceso cada grupo toma potencia activa de forma proporcional a la velocidad de su motor.

Igualdad de voltaje

El voltaje producido en bornes debe ser igual para todos los generadores; es decir, tanto en valor eficaz como en la forma de onda que describen, ya que en caso de presentar diferencias se hace visible una corriente circulante que

afecta tanto al generador que la recibe, volviéndolo motor, como al que la provee, sobrecargándolo. La diferencia entre voltajes durante el reparto de carga determina la proporción de potencia reactiva que toma cada generador, para provocarla se actúa sobre el regulador de voltaje.

Concordancia de fases

La concordancia de fases indica una coincidencia de valores de voltaje tanto durante el período positivo como el negativo. Esta concordancia debe ser similar para las tres fases y suele determinarse comúnmente con la ayuda del sincronoscopio el cual mediante una aguja giratoria indica el momento preciso en que se lleva a cabo esta correspondencia.

2.4.6. SINCRONIZACIÓN RÁPIDA DE GENERADORES

Para reducir los efectos de las fallas, es conveniente lograr la sincronización rápida de generadores de reserva y el restablecimiento de la operación sincrónica de las partes seccionalizadas del sistema. Existen tres métodos de sincronización rápida de generadores, que se exponen a continuación:

Se efectúa cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- a) La frecuencia del generador es casi igual a la del sistema ($S = 0,3$ a $0,4\%$)
- b) Las tensiones son prácticamente iguales
- c) La conexión se hace cuando las tensiones están en fase

Ello implica la ausencia de altas corrientes, fluctuaciones de tensión u oscilaciones de potencia. Sin embargo, esta sincronización es difícil de lograr manualmente, por lo que es recomendable utilizar un dispositivo de sincronización automática. En este dispositivo se comprueban las igualdades de las frecuencias y las tensiones (dentro de cierto intervalo de error) y, cuando se cumplen, se envía un pulso para la conexión, en el momento en que la FEM del generador tiene un ángulo de valor cercano al de la tensión del sistema.

El pulso se genera con cierto adelanto, para tener en cuenta el tiempo de cierre del interruptor. Para generar el pulso de conexión, se compara el valor instantáneo rectificado de la diferencia de potencial entre fases homónimas del generador y del sistema, con el de su derivada, y la señal se emite cuando estos valores son iguales. Esto representa un tiempo de adelanto constante, independiente del deslizamiento, que puede hacerse igual al tiempo de cierre del interruptor.

2.5. FUENTE DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA

Para cargas críticas y en sistemas no lineales se emplean las UPS's.



Fig. 2.5. SAI independiente a dos vistas (Fuente: Internet)

Un sistema de alimentación ininterrumpida, SAI (en inglés *Uninterruptible Power Supply, UPS*), es un dispositivo que gracias a sus baterías, puede proporcionar energía eléctrica tras un apagón a todos los dispositivos que tenga conectados. Otra de las funciones de los UPS es la de mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a las cargas, filtrando subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red en el caso de usar corriente alterna.

Los UPS dan energía eléctrica a equipos llamados cargas críticas, como pueden ser aparatos médicos, industriales o informáticos que, como se ha mencionado anteriormente, requieren tener siempre alimentación y que ésta sea de calidad,

debido a la necesidad de estar en todo momento operativos y sin fallos (picos o caídas de tensión).

2.5.1. POTENCIA

La unidad de potencia para configurar un SAI es el voltamperio (VA), que es la potencia aparente, o el vatio (W) que es la potencia activa, también denominada potencia efectiva o eficaz, consumida por el sistema. Para calcular cuánta energía requiere un equipo de UPS, se debe conocer el consumo del dispositivo. Si la que se conoce es la potencia efectiva o eficaz, en vatios, se multiplica la cantidad de vatios por 1,4 para tener en cuenta el pico máximo de potencia que puede alcanzar el equipo. Por ejemplo: $200 \text{ vatios} \times 1,4 = 280 \text{ VA}$. Si lo que encuentra es la tensión y la corriente nominales, para calcular la potencia aparente (VA) hay que multiplicar la corriente (amperios) por la tensión (voltios), por ejemplo: $3 \text{ amperios} \times 220 \text{ voltios} = 660 \text{ VA}$.

2.5.2. TIPOS

UPS de corriente continua (activo)

Las cargas conectadas a los UPS requieren una alimentación de corriente continua, por lo tanto éstos transformarán la corriente alterna de la red comercial a corriente continua y la usarán para alimentar la carga y almacenarla en sus baterías. Por lo tanto no requieren convertidores entre las baterías y las cargas.

UPS de corriente alterna (pasivo)

Estos UPS obtienen a su salida una señal alterna, por lo que necesitan un inversor para transformar la señal continua que proviene de las baterías en una señal alterna.

SAI en estado de espera (Stand-by Power Systems)

Este tipo de SAI activa la alimentación desde baterías automáticamente cuando detecta un fallo en el suministro eléctrico. estando en un hospital

SAI en línea (On-line)

Alimenta el ordenador de modo continuo, aunque no exista un fallo con el suministro eléctrico y al mismo tiempo recarga sus baterías, este dispositivo tiene la ventaja de que ofrece una tensión de alimentación constante.

Fallos comunes en el suministro de energía eléctrica

El papel del UPS es suministrar potencia eléctrica en ocasiones de fallo de suministro, en un intervalo de tiempo "corto".(si es un fallo en el suministro de la red, hasta que comiencen a funcionar los sistemas aislados de emergencia). Sin embargo, muchos sistemas de alimentación ininterrumpida son capaces de corregir otros fallos de suministro:

- Corte de energía: pérdida total de tensión de entrada.
- Sobretensión: tiene lugar cuando la tensión supera el 110% del valor nominal.
- Caída de tensión: cuando la tensión es inferior al 85-80% de la nominal.
- Picos de tensión.
- Ruido eléctrico.
- Inestabilidad en la frecuencia.
- Distorsión armónica, cuando la onda sinusoidal suministrada no tiene esa forma.

Habitualmente, los fabricantes de SAI clasifican los equipos en función de los fallos eléctricos que corrigen.

CAPÍTULO III

3. IMPLEMENTO DE PLC'S COMO ALTERNATIVA DE CONTROL DEL SUMINISTRO ININTERRUMPIDO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La mayor parte de los procesos de fabricación tiene por finalidad la creación de un producto o la operación de un sistema, lo que requiere la ejecución de una secuencia de operaciones, ya sea, en forma manual realizada por el ser humano o en forma automática, empleando un conjunto de dispositivos que comanden una serie de instrucciones, para lo cual existe un equipo que es utilizado para el control de este tipo de acciones al que se lo conoce con el nombre de controlador lógico programable, autómata o PLC, el mismo que acoplado con elementos eléctricos y electromecánicos como por ejemplo, contactores de fuerza, relés, bobinas auxiliares, sensores de voltaje, etc., realizan acciones y secuencias automáticas para efectuar la conmutación de dos fuentes de energía eléctrica, como lo son la energía que aporta la red eléctrica, y la energía que aporta el grupo electrógeno.

3.1. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Es un equipo electrónico que posee una memoria programable la cual permite almacenar una serie de órdenes en su interior y ejecutarlas de forma cíclica con el fin de realizar una tarea determinada, este equipo fue diseñado con el propósito de reemplazar los circuitos secuenciales de relevadores para el control de máquinas y procesos industriales. Si fuera necesario cambiar todo el proceso o modificar parte del mismo, basta con ingresar al software de programación y realizar el cambio respectivo, además este equipo permite saber el estado del proceso incluyendo la adquisición de datos.

En la figura 2.6 se observa la arquitectura de un PLC.

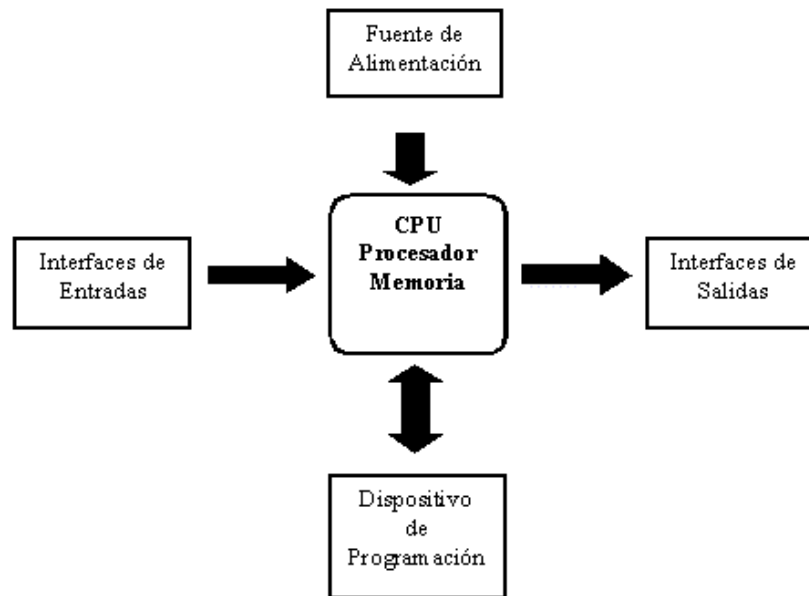


Fig. 2.6. Arquitectura del Controlador Lógico Programable (Fuente: Internet)

El autómata posee un ciclo de trabajo que ejecuta de forma continua y se ha sintetizado en la figura 2.7 de la siguiente manera:

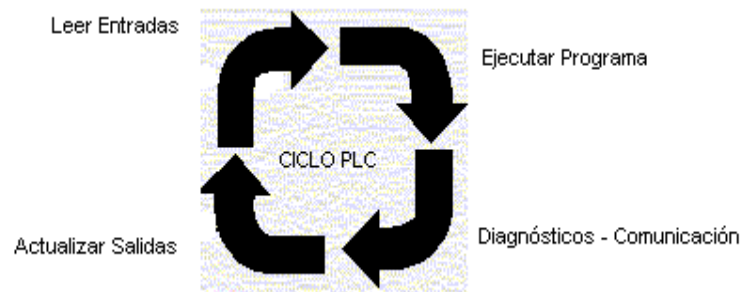


Fig. 2.7. Ciclo de trabajo del PLC (Fuente: Internet)

3.1.2. ESTRUCTURA DEL PLC

Está formado por diferentes tipos de componentes, los cuales se encuentran distribuidos en su estructura interna y en su estructura externa.

Estructura interna

La estructura interna de un PLC está constituida por los siguientes elementos:

Sección de entradas: Son accesos de información del PLC las cuales pueden ser de tipo digital o analógico.

Sección de salida: Su notación se realiza con la letra Q las cuales pueden ser de carácter digital o analógico, según sea el requerimiento del proceso.

Unidad central de proceso (CPU): Esta unidad es la encargada de procesar el programa de usuario, para ello dispone de diferentes zonas de memoria, registros e instrucciones de programa. Un controlador lógico programable trabaja atendiendo sus entradas y dependiendo de su estado conecta o desconecta sus salidas operando en tiempo real. Como pueden existir gran cantidad de entradas y salidas, es necesario indicarle a la CPU la dirección de la entrada o salida a la que el programa usuario se está refiriendo.

Estructura externa

Se refiere al aspecto físico exterior, bloques o elementos en que está dividido el dispositivo. Existen tres tipos de estructuras comunes en estos equipos:

Estructura compacta: Se caracteriza por presentar en un solo bloque todos los elementos que lo constituye.

Estructura semimodular: Se caracteriza por separar las entradas y salidas del resto del controlador lógico, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas la CPU, la memoria de usuario y la fuente de alimentación y separadamente se encuentran las unidades de entrada y salida.

Estructura modular: Su característica principal es que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que forman parte del PLC.

3.1.3. CLASIFICACIÓN POR LA CANTIDAD DE ENTRADAS Y SALIDAS

- PLC tipo Nano: Se lo conoce como relé lógico programable, maneja un conjunto reducido de entradas y salidas, hasta 32.
- PLC tipo micro: Puede manejar un conjunto de entradas y salidas entre 33 y 128.
- PLC tipo compacto: Su tamaño es superior a los PLC tipo nano y micro, además, tienen incorporada una fuente de alimentación, un CPU y módulos de entradas y salidas en un solo módulo principal, permite manejar desde unas pocas E/S hasta varios cientos (alrededor de 500 E/S).
- PLC tipo mediano: Puede ser del tipo integrado o modular y puede manejar un conjunto de entradas y salidas entre 512 y 1023.
- PLC tipo grande: Es un sistema redundante y tiene la capacidad de manejar un gran conjunto de entradas y salidas las que pueden ser mayores a 1024.

3.1.4. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

El lenguaje de programación es una codificación a una lista de instrucciones que el PC del controlador lógico programable pueda entender. Existen diferentes tipos de lenguajes para programar un PLC entre los cuales se puede mencionar a los siguientes:

- Diagrama ladder o escalera: Es un lenguaje básico convencional ya que las instrucciones son equivalentes a los símbolos para contactos usados en relés, temporizadores contadores, funciones lógicas, etc.
- Lenguaje por lista de operaciones o nemónico: Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos que se asocian a los símbolos y su combinación en un circuito eléctrico a contactos.

- Diagrama de funciones lógicas: Es un lenguaje gráfico que permite programar elementos que aparecen como bloques para ser cableados entre sí de forma análoga al esquema de un circuito.
- Gráfico secuencial de funciones: Es un lenguaje gráfico que proporciona una representación en forma de diagrama de las secuencias del programa.
- Texto estructurado: Es un lenguaje de alto nivel estructurado por bloques, este tipo de programación puede ser empleado para realizar rápidamente, sentencias complejas que manejen variables con un amplio rango de diferentes tipos de datos, incluyendo valores analógicos y digitales.

3.1.5. SELECCIÓN DEL PLC

Para la selección de un adecuado PLC, se consideran los siguientes aspectos:

Cantidad de entradas y salidas requeridas, diferenciando las que son de tipo discreto y analógico. A mayor número de entradas / salidas el costo aumenta, de igual manera con el número de E/S analógicas a utilizarse.

Verificar los niveles necesarios de voltaje y/o corriente, de las entradas y salidas, así como características específicas de cada señal.

Localización del PLC respecto al proceso, Esto permite avizorar el tipo de comunicación industrial a usarse y dispositivos adicionales a emplearse como módems, unidades terminales remotas, cables de comunicación.

Tipos de protocolos que acepta, para la comunicación con los dispositivos a interactuar. Si se requiere enlazar con otros PLCs, escoger uno del mismo tipo o marca afín, facilitará la configuración de los mismos.

Herramientas de programación que incorpora, puede ser que incluya un software especial o lenguaje de programación que requiera entrenamiento previo.

Requerimientos futuros del proceso, puesto que sí en corto plazo se decide mejorarlo, ya no habrá necesidad de reemplazar el PLC y conexiones previas

Disponibilidad en bodega del PLC, incluso de elementos adicionales a usarse. Muchas veces los administradores en una empresa, deciden explotar al máximo todos los recursos almacenados en bodega y en lo mínimo realizar nuevas compras.

3.1.6. REQUERIMIENTOS PARA LA SELECCIÓN DE UN PLC

Para seleccionar un PLC es necesario considerar ciertos requerimientos que debe cumplir el dispositivo desde el punto de vista del hardware y el software:

- Número de entradas y salidas: Dependerán del esquema para el circuito a controlar, es decir, el número de captadores y actuadores que el diseño disponga.
- Tipo de entras y salida: Hay que señalar si las entradas son de tipo ON-OFF o de tipo análogo.
- Fuente de alimentación: Se debe verificar los niveles de voltaje necesario, el cual puede variar desde 220, 110, 24, 12 voltios.
- Capacidad de memoria: Es importante definirla al momento de realizar el programa debido a que, según el número de instrucciones o largo del programa, será la capacidad de memoria a utilizar.
- Poseer una memoria no volátil y de respaldo: Es importante ya que permite almacenar el programa necesario.
- Protocolos: Los necesarios para la comunicación con los dispositivos a interactuar.

3.1.7. RELÉ O CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Este es un dispositivo lógico universal el cual puede ser empleado en diferentes tipos de operaciones debido a que esta unidad y los módulos de ampliación de entradas y salidas permiten una adaptación muy flexible y precisa, ofreciendo soluciones que abarcan desde una pequeña instalación doméstica hasta labores complejas. En la Figura 3.1 se muestra un Controlador lógico programable.



Fig 8. Controlador lógico Siemens LOGO 12-24 RC con módulo de ampliación
(Fuente: internet)



Fig. 9. PLC Siemens 214 (Fuente: Internet)

En la figura 10. se puede observar la distribución de los mismos, mientras que en la figura 11. se puede apreciar cómo está constituido el módulo de ampliación para este dispositivo.

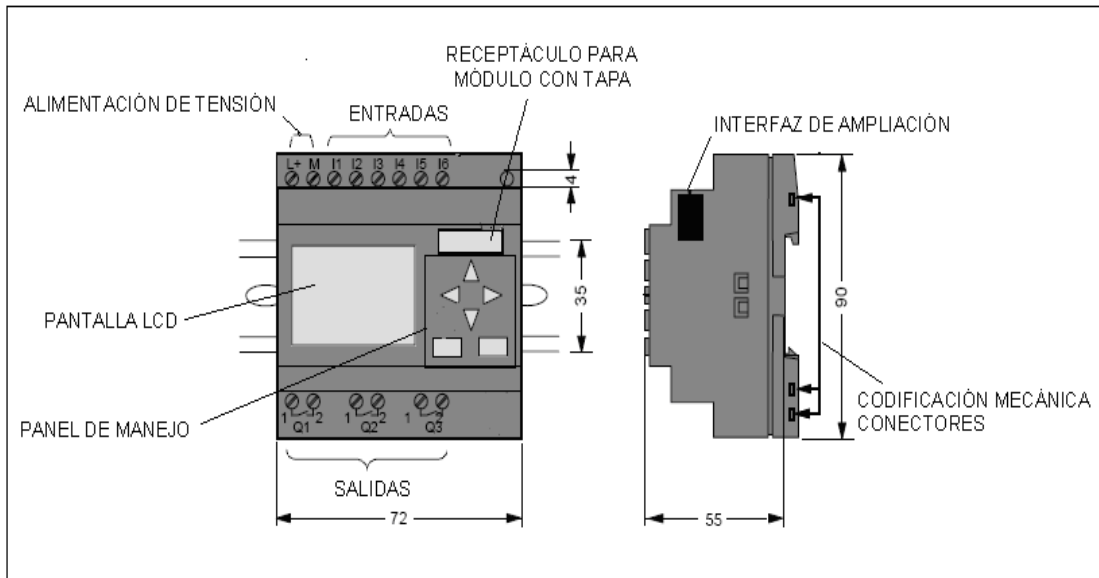


Fig 10. Relé lógico programable LOGO (Fuente: internet)

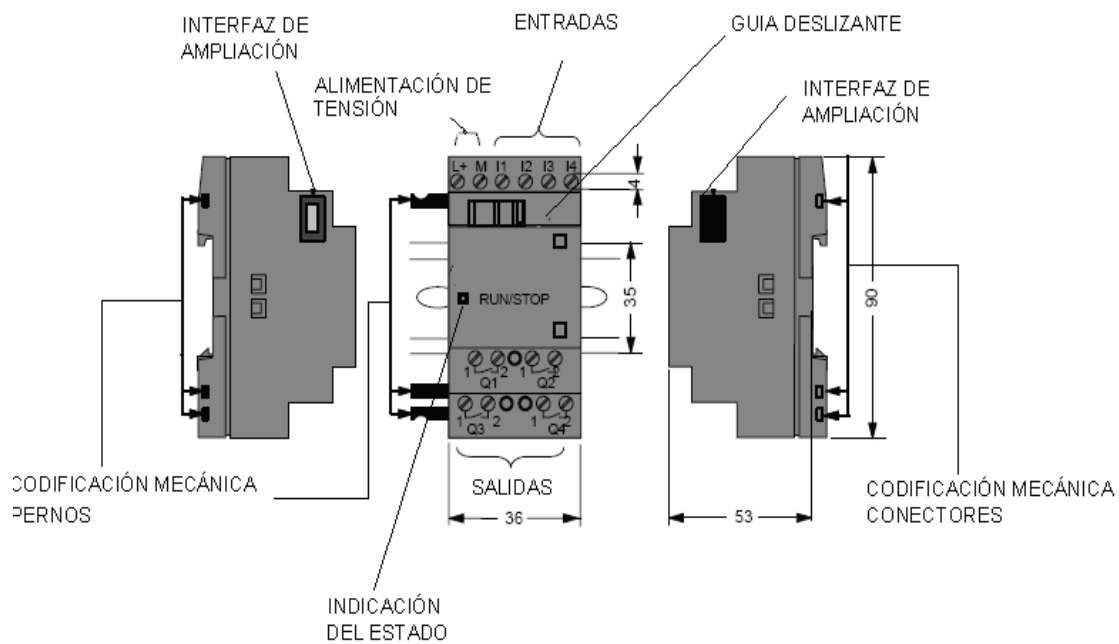


Fig 11. Módulo de ampliación del LOGO (Fuente: internet)

3.1.8. PROGRAMACIÓN DEL RELÉ LÓGICO PROGRAMABLE

Para crear un programa de control, las unidades lógicas programables poseen dos probabilidades para elaborar el mismo, la primera de ellas es hacerlo desde

el panel de manejo que se encuentra en el dispositivo y la segunda posibilidad es realizarlo mediante la ayuda de un software de programación. Por ejemplo, el software compatible con el dispositivo Siemens LOGO 12-24 RC es Logo Soft Comfort V5.

Software

La sistematización del PLC se realiza mediante un computador que posea las características requeridas por el software con el que se creará un programa que seguidamente será enviado a la unidad controladora por medio de un cable de comunicación.

Una vez instalado el programa, se puede acceder a trabajar con el software, de acuerdo al procedimiento correspondiente para editar un programa y utilizar las herramientas del sistema en forma adecuada.

Se puede apreciar la pantalla de interfaz de usuario, en esta ventana se encuentra las herramientas necesarias para realizar la programación, es decir que, en este espacio se hallan los símbolos y enlaces del programa.

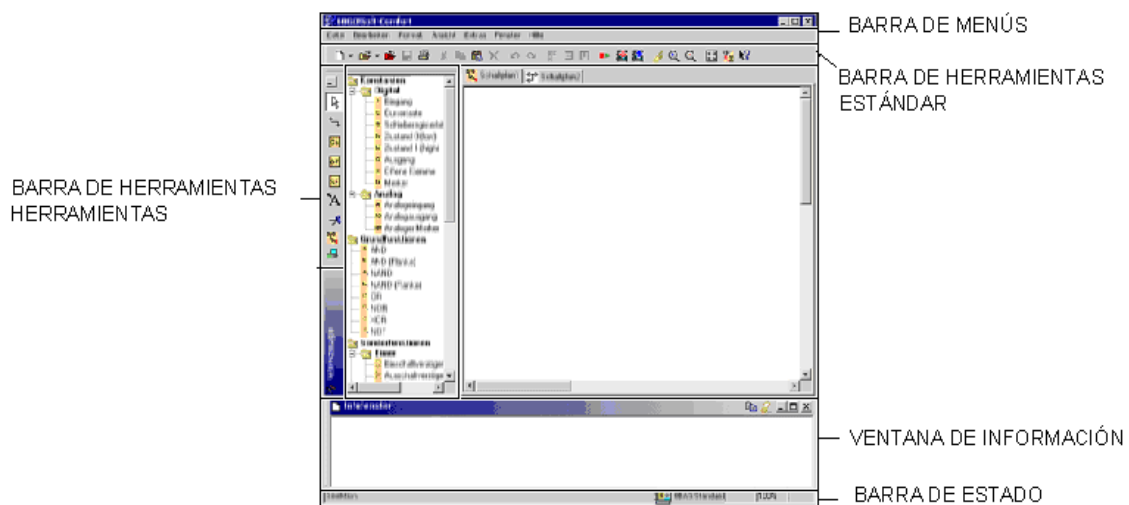


Fig. 12. Ventana de interfaz de software para PLC (Fuente: internet)

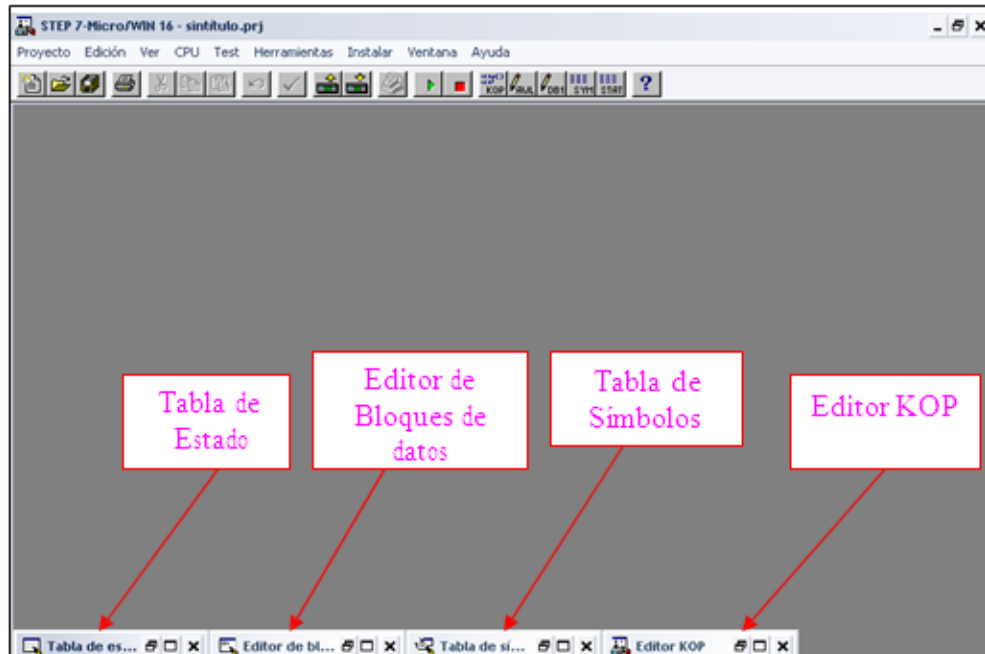


Fig. 13. Ventanas que nos presenta el Software STEP 7-Micro/Win 16
(Fuente: Internet)

Es importante tener en cuenta ciertos aspectos a la hora de programar:

- Identificar el proceso
- Buscar una estrategia para controlar el proceso
- Diagramar o esquematizar el proceso

Enlace de un PC con un relé lógico programable para carga o descarga de programas

Un programa creado en el PC con un software, tiene la posibilidad de ser transferido a un módulo PLC, y a la inversa, un programa realizado en un PLC se puede transferir al software de la PC, pues los modelos LOGO pueden ser conectados a un PC mediante un cable especial de comunicación denominado cable de conexión LOGO! - PC.

3.1.9. FACTORES QUE SE DEBE CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL

- Carencia de voltaje en la red.
- Carencia de voltaje en el grupo de emergencia
- Aumento o disminución de voltaje en un rango de +- 10% del voltaje nominal.
- Falta de voltaje parcial, es decir ausencia de una o más fases.

3.1.10. LÓGICA DE CONTROL

El grupo de emergencia debe seguir una determinada secuencia tanto para el momento de arranque como para el momento en que cese su funcionamiento. El momento del arranque debe darse cuando se haya determinado la falla o carencia de voltaje por parte de la empresa suministradora de la energía eléctrica, para lo cual se necesita de un dispositivo de vigilancia, el mismo que debe transmitir dicha información con cierto tiempo de retardo, esto es para evitar un arranque fallido cuando la energía se interrumpe en intervalos muy breves.

Para el momento de parada del sistema de emergencia primero, hay que verificar el restablecimiento de la energía que provee la empresa eléctrica, sin embargo el grupo debe quedar funcionando por determinado tiempo en vacío, luego de que la carga se haya transferido a la red principal.

CONDICION: Carencia de voltaje de red

SECUENCIA LÓGICA:

Enciende automáticamente el generador
Se energiza la bobina del supervisor de voltaje
Se cierran contactos de supervisor de voltaje
Se detecta la presencia de voltaje de generador
PLC procesa el programa de control.

Carga conectada a generador

Transferencia de red comercial a generador.

Apertura del contactor de red comercial.

El tiempo de tres minutos es el que funciona el generador en vacío antes de apagarse, esto se realiza ya que si por algún motivo en el rango de tres minutos la energía pública desaparece, inmediatamente el grupo de emergencia se encarga de la carga eléctrica.

Este bloqueo eléctrico sirve también cuando se trabaja normalmente con la energía eléctrica pública y se demora el mismo tiempo para que la salida se bloquee y así tener la seguridad que el grupo electrógeno no va a funcionar, es más, aún se tiene la seguridad de que nunca funcionen las dos fuentes de energía a la vez, y es por esto que se añade un bloqueo mecánico. Entonces cuando:

CONDICIÓN: Existencia de voltaje de red pública

SECUENCIA LÓGICA

Se energiza el supervisor de voltaje de red

Se detecta la presencia de voltaje de red pública

Procesa PLC programa de control

Pasa tres minutos

Generador funciona en vacío

Luego de tres minutos se apaga el generador

Transferencia de generador a red pública

Abre el contactor del generador

Para todo esto existe un tipo de condicionamiento o bloqueo eléctrico, es decir que, se realiza un condicionamiento con todos los parámetros que intervienen en el cambio de fuentes de energía, o sea, cuando se realiza la transferencia de red

pública al generador y cuando se realiza la retransferencia de la energía del generador hacia la energía de la red pública, para lo cual se toma una salida, la que nos censa cualquier tipo de falla del mecanismo.

3.1.11. PARAMETROS ADICIONALES DE CONTROL

Detectar los cambios que se presenten en los parámetros eléctricos en cualquier tipo de fuente de energía es trabajo de los controladores, estos verifican que se cumplan las condiciones de seguridad evitando así algún posible daño, de esta forma estos elementos se convierten en un agente de vigilancia del correcto funcionamiento del sistema.

El PLC trabaja atendiendo la condición lógica de sus entradas y dependiendo de su estado conecta o desconecta sus salidas, en él se introduce un programa, normalmente vía software, que proporciona los resultados deseados, es decir, la transferencia automática tanto de red-generador, como generador-red.

Además, con la ayuda de sensores o supervisores de energía podrá detectar algunos parámetros como:

- Carencia de voltaje tanto de red como de generador
- Aumento o disminución del rango de voltaje necesario para la carga

El tablero de transferencia debe permitir la conmutación manual de la carga entre las dos fuentes de energía, independientemente del control automático, esto se realiza por precaución en caso de que el módulo quede fuera de funcionamiento debido a cualquier tipo de imperfección.

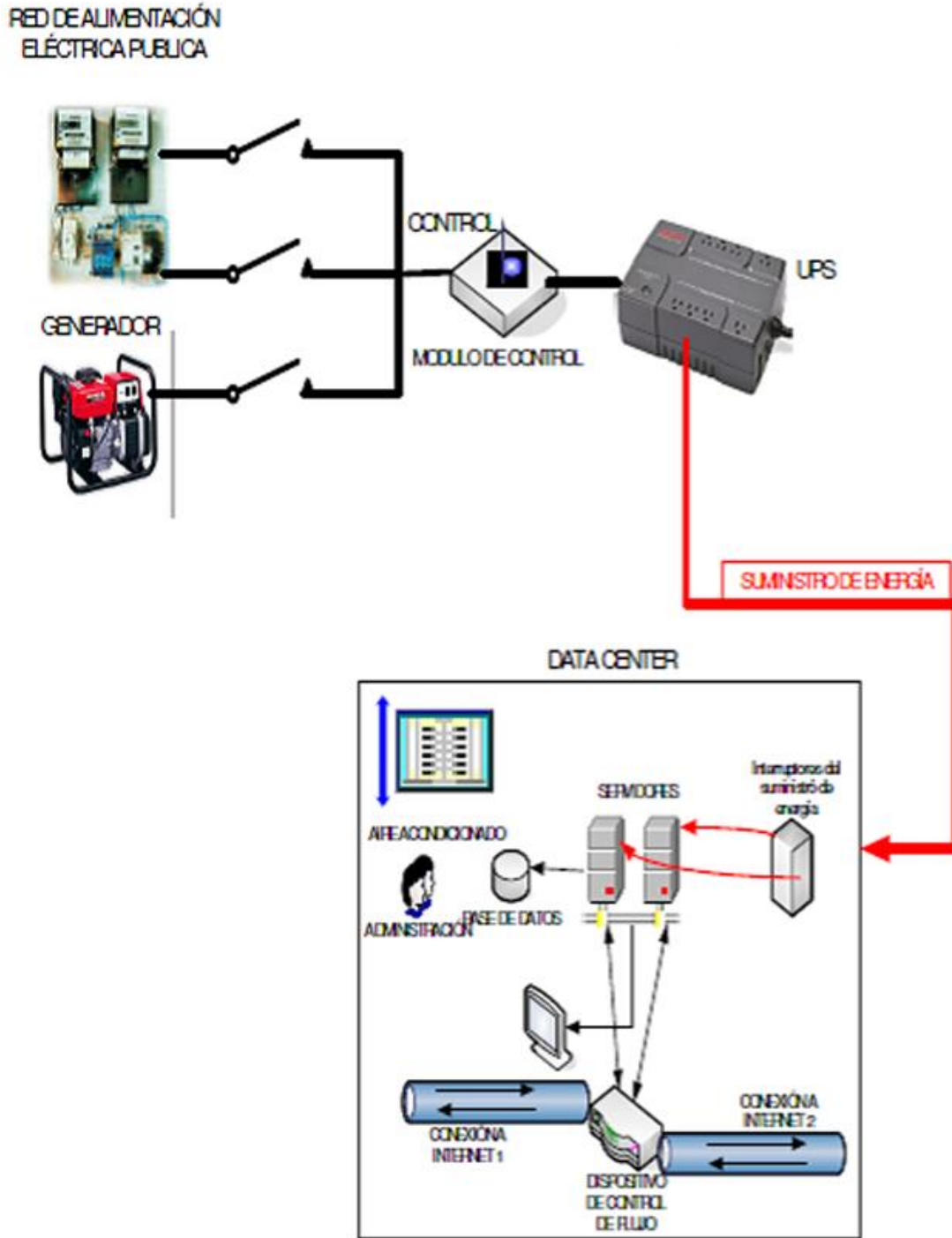


Figura 14: Control y monitoreo del suministro de energía eléctrica
(Fuente: internet)

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Una investigación y recopilación de información acerca de todos los temas expuestos trae como consecuencia una correcta elaboración y redacción, además se adquiere y se afirma conocimientos, los cuales servirán para desarrollar en mejor forma la exposición de dicha investigación.
- Lo expuesto en este material refleja las virtudes y defectos que van a ser tomados en cuenta en el instante de querer implementar sistemas de suministro ininterrumpido de energía eléctrica.
- Para el desarrollo de esta investigación se aplicaron conocimientos adquiridos en las diferentes áreas de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, abarcando el área digital, el área de telecomunicaciones y en el área industrial.
- Un estudio de factibilidad de alternativas sirve para recopilar información relevante sobre el desarrollo de un proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión, si procede su estudio, desarrollo o implementación.
- El presente proyecto constituye la orientación sobre sistemas alternativos, para dar solución a los problemas que surgen por el desabastecimiento de energía eléctrica.
- Los módulos de control y monitoreo del suministro de energía eléctrica proporcionan una interfaz entre el usuario y el suministro de energía eléctrica permitiendo una acción apropiada.

4.2. RECOMENDACIONES

- Para una mejor comprensión acerca de una instalación o montaje de equipo, se debe tener en cuenta todos los términos a utilizarse, ya sean términos técnicos o generales y capacitar sobre las normas, técnicas, consejos, sugerencias y demás observaciones, al personal que tenga acceso al sistema instalado.
- Antes de realizar una actividad, el personal debe revisar que todas sus herramientas se encuentren en buen estado así como también sus equipos de protección personal los cuales obligatoriamente deben ser utilizados para asegurar la realización del trabajo dentro de las máximas condiciones de seguridad e implementar las normas de seguridad.
- Llevar un orden cronológico de las actividades desarrolladas durante un trabajo es de suma importancia, por cuanto se establecen ritmos de trabajo así como una proyección para nuevas actividades.
- Realizar el mantenimiento preventivo periódico y siempre que se realice un mantenimiento se debe tomar nota del horómetro, es decir, el número de horas que tiene de funcionamiento el grupo electrógeno.
- El presente trabajo puede ser tomado como referencia para otros estudios de factibilidad posteriores, teniendo en cuenta que el propósito fundamental de los mismos es decidir si se lleva a cabo un proyecto determinado.
- Es importante incorporar en el documento las consideraciones finales que permitan conocer las fortalezas y debilidades del estudio realizado, señalando los aspectos que merecen un desarrollo más profundo o detallado.

BIBLIOGRAFÍA

<http://www.ece.cmu.edu/~koopman/iccd96/iccd96.html#example>
http://perso.wanadoo.es/pictob/resumen_teoría.htm
<http://213.96.253.223/crr/descargas/cri2.pdf>
http://www.superrobotica.com/download/S310255/SitePlayer_SP1.pdf
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_integrado
<http://www.monografias.com/trabajos37/el-microprocesador/elicroprocesador.shtml>
<http://www.conozcasuhardware.com/quees/chipset.htm>
<http://foro.hispazone.com/showthread.php?t=5134>
http://www.redeweb.com/_txt/articulos/520503.pdf
http://www.redeweb.com/_txt/articulos/500403.pdf
<http://www.ece.cmu.edu/%7Ekoopman/iccd96/iccd96.html>
<http://www.angelfire.com/alt/arashi/elered.htm>
<http://www.generadoreléctrico.com>
http://www.articulosinformativos.com/Plantas_Electricas_de_Reserva.html
<http://www.logicelectronic.com/productos/DSPS/EMBEBIDOS.htm>
<http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml>
<http://www.angelfire.com/electronic2/jhueso/Interrupciones.PDF>
http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php?title=El_microcontrolador
<http://serverdie.alc.upv.es/asignaturas/LSED/200203/Micros/downloads/trabajo.pdf>
<http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/EE03803M.pdf>
<http://ael.110mb.com/informatica/Int8051.pdf>
<http://electronred.iespana.es/circuitosintegra.htm>
<http://www.dinastiasoft.com.ar/Tecnologia/Encapsulados.htm>
<http://www.bipom.com/spanish/bascomavr.shtml>
http://akimpech.izt.uam.mx/Web_jr/ami44.htm
<http://www.textoscientificos.com/redes/comunicaciones/modos>
http://www.el.uma.es/marin/Practica4_UART.pdf
<http://www.i-micro.com/pdf/articulos/spi.pdf>
<http://www.provejec.com.pe>